COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 AOUT 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Henri Resal,* Membre de la Section de Mécanique, décédé le 22 août à Annemasse (Haute-Savoie) après une courte maladie.

Ses obsèques ont eu lieu le 25 août, à Étang-sur-Arroux (Saône-et-Loire).

ARITHMÉTIQUE. — *Au sujet des nombres premiers dont un nombre quelconque donné ne peut être racine primitive.* Note de M. **de Jonquières.**

« Une faute d'impression, qui s'est glissée dans le *Compte rendu* de la séance du 17 août 1896 (t. CXXIII, page 374, ligne 25), dénature la for-

mule, concernant le nombre 7, que le P. Pépin avait bien voulu me communiquer : au lieu de $p - 28t + (\ldots)$, il faut lire $p = 28t + (\ldots)$, et je devais cette rectification à mon savant et obligeant correspondant. J'aurais pu, il est vrai, me borner à la présenter dans l'*Errata* ([1]); mais, outre qu'elle y eût été moins aisément remarquée, il m'a paru plus convenable d'en faire l'objet d'une courte Note, d'autant qu'elle me fournit l'occasion d'une observation plus générale, qui ne sera peut-être pas sans intérêt pour les personnes qui s'occupent de ce genre de questions.

» La formule dont il s'agit pour le nombre 7, déduite par le P. Pépin de la *loi de réciprocité* due à Legendre, découle directement aussi des règles que Gauss a formulées dans les nos 147, 148 et 149 des *Disquisitiones*. Ces règles tracent clairement et brièvement la marche à suivre pour écrire d'un seul coup les formes linéaires de tous les nombres premiers qui sont *diviseurs* de la formule $x^2 \mp A$, où x^2 est un carré indéterminé et A un nombre quelconque donné, et où il faut prendre le signe supérieur si A impair est de la forme $4n+1$, et le signe inférieur s'il est de la forme $4n-1$, et pareillement si, A étant pair et égal à $\pm 2Q$, Q est de l'une des formes $8n+1, 7$, ou bien $8n+3, 5$. Les nombres premiers contenus dans les formes de diviseurs déterminés de la sorte étant aussi, je le répète, tels, que A ne peut être racine primitive d'aucun d'eux, il s'ensuit que le problème, signalé incidemment, pour les cas particuliers de $A = 2, 3, 5$ dans l'appendice final de ma Communication du 29 juin 1896 (et qui, je crois, n'avait pas encore été explicitement énoncé), se trouve rigoureusement résolu pour toutes les valeurs possibles de A.

» On trouve ainsi, pour citer un nouvel exemple, que le nombre 11 ne peut être racine primitive d'aucun des nombres premiers contenus dans l'une ou l'autre des dix formes suivantes :

$$44t + (1, 5, 7, 9, 19, 25, 35, 37, 39, 43),$$

savoir 19, 37, 43, 79, 83, 89, 97, 107, 113, ..., etc. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 374, ligne 13, *au lieu de*

$$kI + a\,(k = 0, 1, 2, 3, \ldots),$$

lisez

$$kt + a\,(t = 0, 1, 2, 3, \ldots).$$

BOTANIQUE. — *Caractères extérieurs et modes de répartition des petits tubercules ou tuberculoïdes des Légumineuses*. Note de M. D. Clos.

« La vaste famille des Légumineuses à laquelle, en considération de la composition si variée des feuilles et de la singulière conformation de la fleur du groupe papilionacé, on a été parfois tenté d'assigner le premier rang dans le règne végétal, a encore gagné en importance dans ces dernières années, par les nombreuses recherches qu'ont suscitées, au double point de vue micrographique et physiologique, les petits renflements ou *tuberculoïdes* [1], d'une organisation toute spéciale, dont sont fréquemment chargées leurs racines.

» Mais l'étude morphologique de ces singuliers appareils, sur lesquels j'appelais l'attention dès 1848 (*Ébauche de la Rhizotaxie*) et en 1852 (*Annales des Sciences naturelles*), n'a peut-être pas encore été suffisamment approfondie; elle comporte avant tout la comparaison détaillée du plus grand nombre d'espèces possible, appartenant à la plupart des genres, et fournies soit par les herbiers, soit par les jardins botaniques et les flores locales. Ces trois sources d'informations ont été mises à contribution à l'École de Botanique de Toulouse pour la rédaction de la présente Note.

» 1. La grosseur des tuberculoïdes, toujours très réduite, varie d'une tête d'épingle à celle d'un pois; leur forme peut se rapporter à deux types : tantôt et le plus souvent, passant de la globuleuse à l'ovoïde ou à l'ellipsoïde, tantôt en poire ou aplatis en bourse à pasteur, ou en éventail plus ou moins lobé, parfois renflés en fraise, avec ou sans pédicule. La plupart des espèces n'ont que des tuberculoïdes du premier type; plusieurs, notamment les *Ervum hirsutum* et *tetraspermum*, montrent l'association des deux. Leur nombre, rarement très grand (Galéga), est limité chez la majorité d'entre elles, tandis que d'autres n'en portent, suivant les pieds, qu'un ou deux ou même pas du tout. Il en est qui en sont constamment dépourvues (Pois oléagineux de Chine).

» Leur existence ou leur absence ne paraît être en rapport ni avec la forme ou la consistance des racines, ni avec leur degré de vigueur ou de

---

[1] Voir *Revision des tubercules des plantes et des tuberculoïdes des Légumineuses* (*Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse* 1893).

développement ; et, à la simple inspection de la plante encore fixée au sol, il est impossible de rien conjecturer à cet égard. S'ils manquent aux racines grêles, longues, pivotantes et très peu ramifiées de quelques espèces de Trèfles (*Trifolium argentifolium*, *T. arvense*, etc.), *Medicago* (*M. elegans*, *M. orbicularis*), *Scorpiurus* (*S. vermiculata*), etc., ils recouvrent le pivot non moins tenu des *Lotus conimbricensis*, *subpinnatus*, etc.

» Mais à part quelques autres espèces, où la position des tuberculoïdes est la même, ceux-ci s'observent soit sur les divisions de la racine et les radicelles, soit à la fois sur elles et sur l'axe primaire, même sur le rhizome, chez les unes épars et solitaires, chez les autres diversement groupés, géminés, en croix, en lignes régulières ou non, en chapelets, etc., également distribués sur les diverses parties, ou plus nombreux soit vers le haut, soit vers le bas du système souterrain.

» Certains arbres (Gainier, Sophora), dont les jeunes pieds en sont toujours dépourvus, en produisent-ils à un âge plus avancé ?

» L'organisation intérieure des tuberculoïdes est, d'après les recherches d'habiles micrographes, toute différente de celle des radicelles ; je n'ai jamais pu suivre le passage des uns aux autres, ou découvrir des organes intermédiaires, double argument en faveur de l'autonomie de chacun de ces corps.

» Le fait incontestable de l'existence ou de l'absence des tuberculoïdes dans deux espèces d'un même genre (les *Phaseolus nanus* et *ricciardianus*) ou dans des espèces de genres voisins (*Phaseolus*, *Soja*, *Lablab*), ou dans certains pieds d'une espèce à l'exclusion des autres, ne me paraît susceptible d'aucune explication plausible, à moins d'invoquer cette supposition toute gratuite que les plantes où ils font défaut sont douées de la faculté d'absorber l'azote directement.

» 2. L'examen des tuberculoïdes dans les diverses tribus ou sous-tribus des Papilionacées a donné les résultats suivants :

» Astragalinées. — Ces petits corps paraissent manquer aux genres *Oxytropis* et *Phaca* et à la plupart des espèces d'Astragales à l'exception des *Astragalus arenarius* et *glycyphyllos* (d'après Erikson) ; *Astr. hamosus* et *Biserrula Pelecinus* n'en montrent que sur quelques rares pieds.

» Galégées. — Je les ai vainement cherchés chez *Psoralea bituminosa* (où ils ont été signalés par trois botanistes) et chez *Dalea alopecuroides*, *Lessertia brachystachya*. De jeunes pieds de *Sutherlandia frutescens* en portaient à l'exclusion d'autres ; ils abondent chez *Darlingtonia glandulosa* et surtout chez *Galega officinalis*. Plusieurs espèces de Caragans et d'Indigotiers, *Clianthus puniceus*, Baguenaudier et Robinier faux Acacia, sont cités comme pourvus de ces petits corps.

» Viciées. — A peu près tous les genres examinés de cette tribu sont dans le même cas, à part *Ervilia sativa*, où ils font presque toujours défaut; les *Ervum lens* et *hirsutum* en ont, mais non *E. nigricans;* une douzaine d'espèces de Vesces et autant de Gesses observées m'en ont offert, de même que les Fèves, Pois et Pois chiches. Je n'ai pu en voir chez *Lathyrus sativus.*

» Hédysarées. — Très nombreux chez la Pistache de terre (*Arachis*) et *Bonaveria securigera*, *Hedysarum coronarium;* ils appartiennent aussi aux *Coronilla scorpioides*, *Hippocrepis unisiliquosa*, aux *Ornithopus perpusillus, compressus, ebracteatus,* manquant ou non à *Scorpiurus subvillosa, Coronilla cretica* (3 pieds en ayant sur 5), *Ornithopus sativus*, aux *Onobrychis petræa, Crista-galli* et *Caput-galli;* vainement cherchés par moi chez *Hedysarum capitatum, Lespedeza villosa, Adesmia muricala.*

» Phaséolées. — Existence de tuberculoïdes constatée chez *Apios*, *Pachyrhizus*, les *Phaseolus vulgaris* et *multiflorus*. Je les ai vus très abondants aux racines du *Phas. nanus* et du *Vigna glabra,* très gros chez ce dernier; certains pieds de *Dolichos sesquipedalis* en portaient à l'exclusion d'autres; enfin je n'ai pu en trouver trace chez *Soja hispida, Lablab vulgaris, Phaseolus Ricciardi.*

» Génistées. — Ils ont été figurés depuis longtemps chez les Lupins, où ils se font remarquer par leur grosseur, et on les a signalés aussi sur : *Adenocarpus intermedius, Ononis arvensis*, les *Genista virgata* et *canariensis*, *Cytisus ramosissimus*, *Anthyllis vulneraria.* Le *Sarothamnus scoparius* m'en a offert de deux sortes; un pied de *Genista canariensis* n'en avait que deux, et le *Gen. umbellata*, l'Ajonc commun, le *Crotalaria incana* et l'*Anthyllis tetraphylla* en étaient complètement dépourvus.

» Trifoliées. — Sous-tribu dont la plupart des représentants sont riches en tuberculoïdes, notamment : 1° Dans le genre Trèfle, où une trentaine d'espèces en sont munies, où quelques-unes (les *Trifolium Bocconi*, *pannonicum*, *arvense*, *angustifolium*, *glomeratum, scabrum*) en manquent le plus souvent, alors que d'autres (les *T. campestre*, *fragiferum*) n'en ont que sur certains pieds. 2° Dans les Luzernes (*Medicago*), où j'ai constaté leur présence chez dix-huit espèces, leur absence chez les *Med. græca, laciniata, littoralis, Murex, sphærocarpa,* et leur rareté chez les *Med. Gerardi, orbicularis, elegans, minima, disciformis.*

» Les Trigonelles (une douzaine d'espèces) en ont, mais en petit nombre. Les Mélilots (dix espèces examinées) sont moins bien partagés, plusieurs représentants du genre n'en offrant que sur certains pieds, notamment les M. officinal, blanc et sillonné. Les Lotiers en sont bien mieux fournis, car, sur dix-huit espèces, deux seulement (les *Lotus jacobæus* et *pilosissimus*) en manquaient, et les autres espèces, de même que le *Tetragonolobus conjugatus,* en avaient les racines chargées. Il en était de même de l'*Hymenocarpus circinatus.*

» Quant aux deux autres grands groupes des Légumineuses, *Cœsalpiniées* et *Mimosées*, ils paraissent être moins bien partagés à cet égard que les *Papilionacées;* je n'ai pu trouver trace de tuberculoïdes d'une part, chez des espèces de *Cassia*, de *Styphnolobium* et de Gainier (*Cercis*), de l'autre, sur une racine très rameuse de Sensitive (*Mimosa pudica*). *Acacia*

lunata et *A. dealbata* portaient chacun sur un pied, le premier deux tubercules, le deuxième un seul, de conformation ordinaire, tandis qu'au rapport de M. le Dr Trabut, les *A. pycnantha* et *melanoxylon* ont leurs radicelles renflées en nombreux tubercules ascendants. Mais ceux-ci appartiennent-ils bien à la catégorie des tuberculoïdes, de même que ceux de l'Aune commun décrits et figurés par H. Schacht ? »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Eug. La Combe** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à la loi de Newton et à divers problèmes de Mécanique générale.

(Commissaires : MM. Mascart, Sarrau, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *de Villiers du Terrage,* intitulé « Note sur une trouvaille de l'âge du cuivre, faite à Tourc'h ». (Extrait du *Bulletin de la Société archéologique du Finistère,* 1896.)

GÉODÉSIE. — *Sur le rôle des erreurs systématiques dans les nivellements de précision*. Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Pour caractériser la précision d'un réseau de nivellement, on se contente habituellement de donner son erreur accidentelle kilométrique, déduite, soit de la comparaison des opérations multiples exécutées sur chaque section, soit des écarts de fermeture des polygones du réseau.

» Or, le plus souvent, aux erreurs accidentelles s'ajoutent des erreurs systématiques [1] dont l'influence, inappréciable sur de petits parcours, dépasse de beaucoup celle des erreurs accidentelles sur des lignes étendues. Les erreurs systématiques peuvent être évaluées de deux manières diffé-

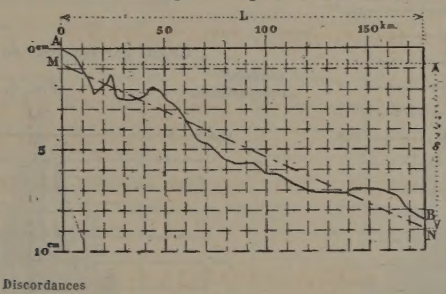
---

[1] Voir, à ce sujet, notre *Nivellement de haute précision,* n° 90. Paris, 1889; Baudry, éditeur.

rentes : soit en considérant la discordance progressive entre les deux opérations de sens inverse effectuées sur chaque section (côté commun à deux polygones) (*fig.* 1), ou sur chaque tronçon homogène de section

Exemple de diagramme figuratif des discordances cumulées entre les deux opérations d'aller et de retour.
(Section K'T' du réseau fondamental du Nivellement général de la France.)

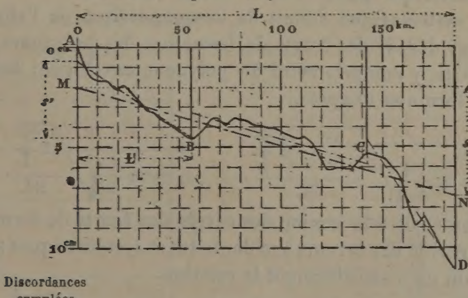
Fig. 1.



(*fig.* 2), soit en retranchant, des écarts de fermeture des polygones, la part

Exemple de diagramme figuratif des discordances cumulées entre les deux opérations d'aller et de retour.
(Section F'K' du réseau fondamental du Nivellement général de la France.)

Fig. 2.



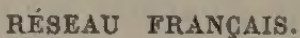
connue des erreurs accidentelles, et en attribuant le reste aux erreurs systématiques [1].

---

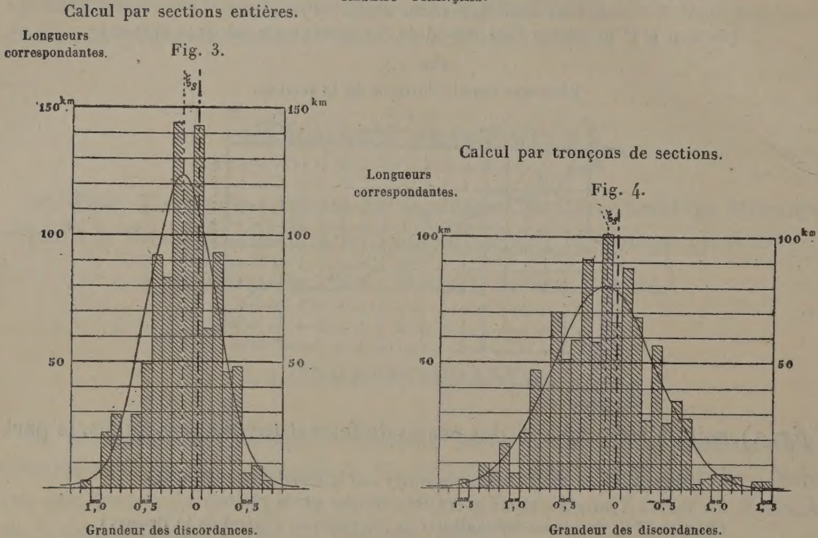
[1] Soient L la longueur d'une section (ou d'un tronçon de section); s la discordance totale correspondante entre les deux opérations; Δ la discordance entre deux repères consécutifs; r leur écartement; N_r le nombre total des repères du réseau;

» Le Tableau et les diagrammes ci-après (*fig.* 3 à 8) donnent les résul-

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.



RÉSEAU FRANÇAIS.



η'_r le coefficient kilométrique probable de l'erreur accidentelle; σ_r le coefficient correspondant d'erreur systématique déduit de la comparaison de l'aller et du retour; σ'_r le même coefficient déduit des écarts de fermeture des polygones; ΣF^2 la somme des carrés de ces écarts, y compris celui du polygone enveloppe; les quantités η_r, σ_r sont données par les formules ci-après :

$$\eta_r = \pm \frac{1}{3}\sqrt{\frac{\Sigma \frac{\Delta^2}{r} - \Sigma \frac{S^2}{L}}{N_r}}, \qquad \sigma_r = \pm \frac{1}{3}\sqrt{\frac{\Sigma \frac{S^2}{L}}{\Sigma L}}.$$

D'autre part, si l'on égale à la somme des carrés des écarts de fermeture des polygones la somme des carrés des erreurs accidentelles et systématiques affectant chacune des sections du réseau, on a sensiblement la relation

$$\tfrac{9}{2}(\eta_r^2 \Sigma L + \sigma_r'^2 \Sigma L^2) = \Sigma F^2,$$

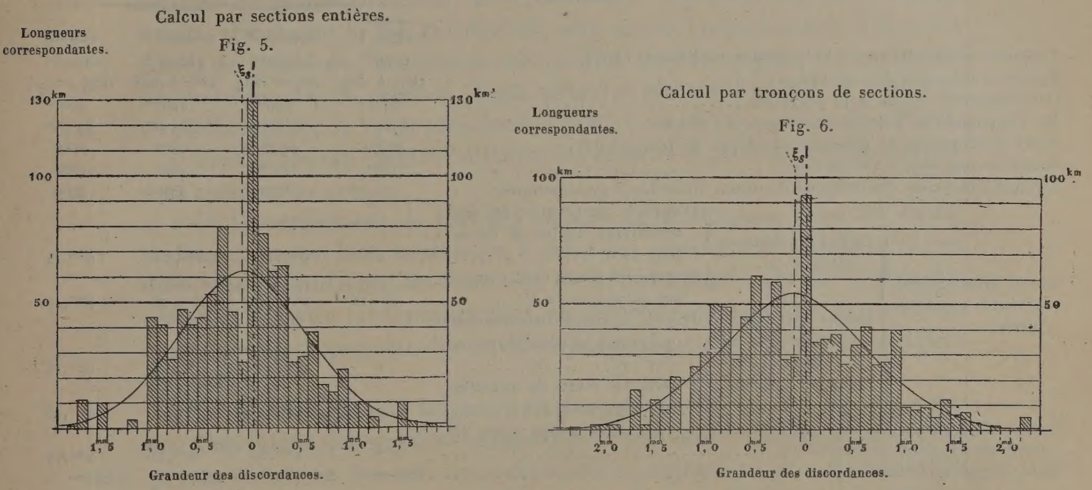
d'où l'on tire

$$\sigma'_r = \sqrt{\frac{\frac{2}{9}\Sigma F^2 - \eta_r^2 \Sigma L}{\Sigma L^2}}.$$

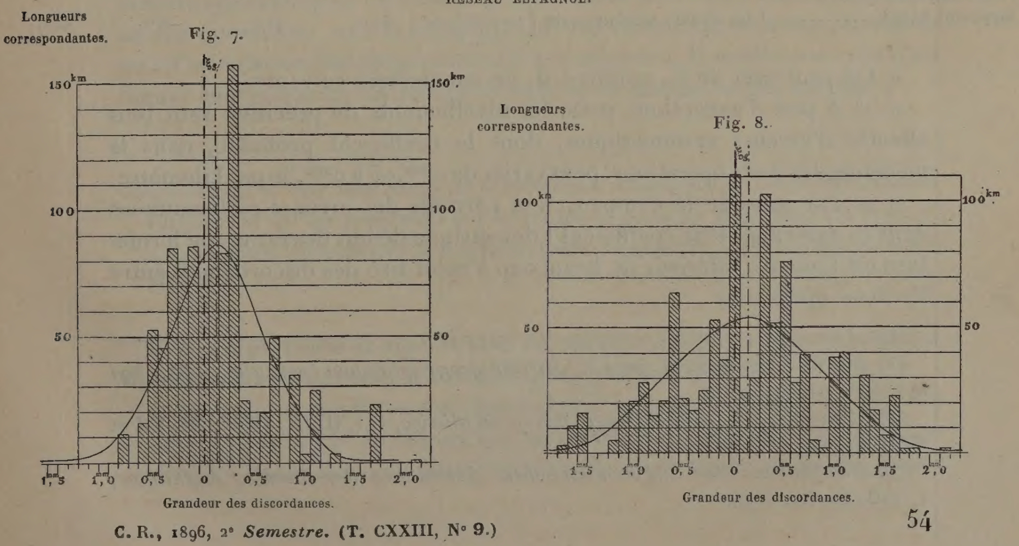
Nous avons publié une démonstration complète de ces formules dans les *Comptes rendus de la onzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale*. Berlin, G. Reimer, éditeur; 1896.

Diagrammes des discordances systématiques entre l'aller et le retour, classées d'après leur valeur kilométrique et d'après la longueur totale des cheminements de même erreur.

RÉSEAU PRUSSIEN.



RÉSEAU ESPAGNOL.



tats de l'application de ces méthodes au réseau fondamental du nivellement général de la France et à quelques réseaux étrangers.

Erreurs accidentelles et systématiques probables de quelques grands reseaux de nivellements de précision.

	Réseaux			
	austro-hongrois (¹).	espagnol (²).	prussien (³).	français.
Longueur totale des lignes polygonales considérées (ΣL)	9150^{km}	6730^{km}	15100^{km}	10800^{km}
Époque d'exécution des opérations	1872 à 1890	1871 à 1887	1867 à 1888	1884 à 1894
Développement moyen d'un polygone	540^{km}	690^{km}	300^{km}	550^{km}
Développement du polygone enveloppe du réseau	4717^{km}	4436^{km}	5641^{km}	3900^{km}
Écart de fermeture du polygone enveloppe du réseau (Σf_r)	84^{mm}	297^{mm}	98^{mm}	51^{mm}
Longueur moyenne d'une section	75^{km}	135^{km}	73^{km}	108^{km}
Longueur moyenne des tronçons de même discordance systématique	»	62^{km}	47^{km}	56^{km}
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par sections entières — D'après la comparaison des deux opérations d'aller et de retour (σ_r)	»	$0^{mm},17$	$0^{mm},22$	$0^{mm},12$
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par sections entières — D'après les écarts de fermeture des polygones (σ_1)	$0^{mm},18$	$0^{mm},14$	$0^{mm},08$	$0^{mm},11$
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par tronçons de sections de même discordance systématique — D'après la comparaison des deux opérations d'aller et de retour (σ'_r)	»	$0^{mm},26$	$0^{mm},27$	$0^{mm},18$
Erreur systématique probable par kilomètre — Calcul par tronçons de sections de même discordance systématique — D'après les écarts de fermeture des polygones (σ'_1)	»	$0^{mm},20$	$0^{mm},10$	$0^{mm},15$
Erreur accidentelle probable par kilomètre, déduite de la comparaison des résultats des deux opérations (η_x)	1^{mm}	$1^{mm},30$	$0^{mm},80$	$0^{mm},79$
Écart moyen de fermeture d'un polygone ($\mathcal{L}$)	$\pm 85^{mm}$	$\pm 110^{mm}$	$\pm 34^{mm}$	$\pm 60^{mm}$
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles — les erreurs accidentelles $\left(1-\frac{\mathcal{L}_0}{\mathcal{L}}\right)100$.	13 %	19 %	30 %	16 %
Réduction maxima pour 100 de l'écart moyen de fermeture, en supposant nulles — les erreurs systématiques $\left(1-\frac{\mathcal{L}_1}{\mathcal{L}}\right)100$.	53 %	45 %	26 %	50 %

» On peut tirer de là, semble-t-il, les conclusions suivantes :

» 1° A peu d'exceptions près, les nivellements de précision sont tous affectés d'erreurs systématiques, dont le coefficient probable, dans la moyenne des deux opérations, peut varier de $0^{mm},05$ à $0^{mm},30$ par kilomètre.

» 2° Par suite de la compensation partielle des erreurs systématiques dans la moyenne, leur coefficient kilométrique déduit des écarts de fermeture est toujours inférieur de beaucoup à celui tiré des discordances entre les deux opérations.

(¹) *Mittheilungen des K. und K. Militär geographischen Institutes*, t. XI, 1891 et t. XIV, 1894; Vienne.

(²) *Memorias del Istituto geografico y estadistico*, t. I, II, III, IV, V, VI, VII et VIII; Madrid, 1871 à 1887.

(³) *Nivellements der trigonometrischen Abtheilung der Landes Aufnahme*, t. VIII; Berlin, 1894.

» 3° Le calcul par sections entières donne des coefficients un peu plus faibles et un peu moins discordants que le calcul par tronçons de sections, plus rationnel en apparence, mais aussi plus arbitraire.

» 4° L'influence des erreurs systématiques est surtout à craindre sur les sections de grande longueur, dans les réseaux à grandes mailles. En attribuant, comme on le fait d'habitude, aux seules erreurs accidentelles les écarts de fermeture, on obtient des chiffres trop forts pour le coefficient kilométrique de ces erreurs. Ainsi, pour les réseaux français et prussien, ce coefficient serait à peu près doublé ($1^{mm},7$ ou $1^{mm},5$, au lieu de $0^{mm},8$).

» Toutes choses égales d'ailleurs, les réseaux à grandes mailles paraissent ainsi moins précis.

» 5° Généralement, la part des erreurs systématiques, dans les écarts de fermeture, est bien supérieure à celle des erreurs accidentelles. Si ces dernières s'annulaient, les écarts de fermeture, pour trois sur quatre des réseaux ci-dessus, ne diminueraient, en moyenne, que de 13 à 19 pour 100, tandis que la suppression des erreurs systématiques les réduirait à peu près de moitié.

» 6° Pour augmenter la précision des grandes lignes de nivellements, une diminution des erreurs systématiques serait donc infiniment plus utile qu'une réduction des erreurs accidentelles, acquise au prix de nouvelles complications dans les méthodes et les instruments. Malheureusement, les erreurs systématiques ne semblent liées ni aux instruments, aux méthodes ou aux opérateurs, ni à la nature du sol, aux circonstances atmosphériques ou à l'orientation des cheminements. Actuellement, le meilleur moyen d'atténuer leur influence est encore de réduire la dimension des mailles. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe de propositions analogues au théorème Miquel-Clifford, et sur les propriétés qui en résultent pour les polygones de* 5, 6, 7, 11, 12 *côtés, circonscrits à l'hypocycloïde de module* $\frac{1}{3}$. Note de M. **Paul Serret**.

« 1. La première et aussi la plus importante des propriétés en question se trouve comprise dans la solution de ce problème :

« Trouver la condition que doit remplir le pentagone $(T_1, T_2, \ldots, T_5)$ » pour que le cercle de Miquel qui lui correspond dégénère en une ligne » droite » ; ou encore, et puisque ce cercle n'est autre, toujours, que le

lieu du centre des équilatères

$$(1) \qquad 0 = H_3 + \lambda H'_3 \equiv \Sigma_1^5 l_1 T_1^3 \equiv \Sigma_1^5 l_1 (x \cos\varphi_1 + \varphi \sin\varphi_1 - p_1)^3$$

conjuguées au pentagone : « Trouver sous quelle condition ce lieu se ré-
» duit à une droite ».

» Mais, dans ce cas, toutes les équilatères du faisceau (1) devant avoir leurs asymptotes parallèles ([1]), l'une de ces courbes

$$(1') \qquad 0 = H_3 - H'_3 \equiv \Sigma_1^5 l'_1 (x \cos y_1 + y \sin\varphi_1 - p_1)^3$$

doit se réduire à une équilatère du second degré : et les cinq conditions suivantes

$$0 = \Sigma_1^5 l'_1 \cos^3\varphi_1 = \Sigma l'_1 \cos^2\varphi_1 \sin\varphi_1 = \Sigma l'_1 \cos\varphi_1 \sin^2\varphi_1 = \Sigma l'_1 \sin^3\varphi_1 = \Sigma l'_1 p_1$$

doivent être compatibles. De là, par des transformations évidentes, la condition cherchée

$$0 = \begin{vmatrix} p_1, & \cos 3\varphi_1, & \sin 3\varphi_1, & \cos\varphi_1, & \sin\varphi_1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ p_5 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix}$$
$$= p_1 - A\cos 3\varphi_1 - B\sin 3\varphi_1 - A'\cos\varphi_1 - B'\sin\varphi_1,$$

ou la conclusion que « le pentagone considéré est circonscriptible à l'hypocycloïde de module $\frac{1}{3}$ », enveloppe des droites définies par l'équation

$$X\cos\varphi + Y\sin\varphi = P = k\cos(3\varphi - h).$$

Or, une telle hypocycloïde, qui ne dépend que de quatre paramètres, est déterminée par la donnée de quatre de ses tangentes ; et telle est, dès lors, *la propriété de cinq tangentes de la courbe,* que *les foyers de trois quelconques des paraboles inscrites à quatre d'entre elles font toujours trois points en ligne droite.*

» De là, pour l'hypocycloïde définie par quatre tangentes, des déterminations simples : 1° d'une cinquième tangente, soit quelconque, ou particularisée par une condition complémentaire ; 2° du point de contact de l'une de ces droites avec la courbe, et du cercle osculateur correspondant.

» 2. On peut rattacher, au théorème Miquel-Clifford, une classe assez étendue de propositions dans lesquelles « un certain P_n se trouvant défini

---

([1]) *Comptes rendus,* 26 août 1895, p. 375.

» sans ambiguïté par la donnée d'un polygone (P_n) considéré comme l'en-
» semble de n droites $\overline{1}, \overline{2}, \ldots, \overline{n}$: il arrive que les $n+1$ points P_n, P'_n,
» P''_n, ... définis de la même manière par les polygones du même ordre
» (P_n), (P'_n), (P''_n), ... qui résultent de l'introduction d'une nouvelle
» droite, $\overline{n+1}$, se trouvent distribués, soit sur un même cercle C_{n+1} ou
» sur une même conique Γ_{n+1} — la conique ou le cercle *définis* par le po-
» lygone résultant (P_{n+1}) — après quoi les $n+2$ cercles C_{n+1}, C'_{n+1}, ...
» définis de même par les $n+2$ polygones (P_{n+1}), (P'_{n+1}), ... que l'on
» obtient avec une droite de plus, $\overline{n+2}$, concourent en un même point,
» ou les coniques Γ_{n+1}, Γ'_{n+1}, ... qui les remplacent, dans les trois mêmes
» points ». En voici quelques exemples :

» 3. Pour $n=3$, prenons, parmi les points remarquables du triangle $(\overline{1}\,\overline{2}\,\overline{3})$, le centre du cercle circonscrit. L'emploi de ce centre comme « point défini par le groupe initial $(\overline{1}\,\overline{2}\,\overline{3})$ », et l'introduction successive de deux nouvelles droites $\overline{4}$, $\overline{5}$ nous donnerait alors, par analogie, les deux énoncés suivants, qui se trouvent vrais :

« 1° Les centres respectifs des triangles déterminés par quatre droites
» font toujours quatre points d'un même cercle : *le cercle défini par ces*
» *droites ;*

» 2° Étant donné un groupe quelconque de cinq droites, les cercles
» définis par quatre quelconques d'entre elles se coupent en un même
» point. »

» On peut ajouter que le cercle relatif à quatre droites passe par le foyer de la parabole inscrite.

» 4. Pour $n=4$, si l'on prend le foyer de la parabole inscrite comme point défini par un groupe de quatre droites, on obtient les deux séries illimitées de points homocycliques et de cercles en collinéation, greffés par M. Clifford sur le théorème de Miquel.

» 5. Pour $n=5$, le centre de la conique inscrite au pentagone $(\overline{1}\,\overline{2}\ldots\overline{5})$ se trouve tout désigné pour un essai analogue, et l'on a, en effet, ce théorème :

« 1° Les centres des coniques inscrites aux pentagones déterminés par
» un groupe quelconque de six droites font toujours six points d'une
» même conique ; et les coniques analogues, obtenues avec sept droites,
» se coupent suivant les trois mêmes points ;

» 2° Si les droites employées sont tangentes à une même hypocloïde à
» trois rebroussements, les coniques précédentes sont remplacées par des

» cercles en collinéation »; et c'est, d'ailleurs, le seul cas où cette réduction se produise.

» 6. Pour $n = 10$, on a les mêmes énoncés que pour $n = 5$, en substituant, au centre P_5 de la conique inscrite à un groupe de cinq droites, un point remarquable P_{10} défini sans ambiguïté par un groupe quelconque de dix droites, et que l'on rencontre dans la recherche du centre de la courbe, de classe 4, dont on se donne le nombre voulu de tangentes. On obtient ainsi, avec onze droites, un groupe de onze points P_{10}, P'_{10}, ... situés sur une même conique Γ_{11}; avec douze droites, douze coniques en triple collinéation. Et *si les droites employées sont tangentes à une même hypocycloïde, toutes ces coniques sont encore remplacées par des cercles.* »

PHYSIQUE. — *Du reploiement des rayons X derrière les corps opaques.* Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart.

« En étudiant la transparence des métaux pour les rayons X, j'en interposai des feuilles entre un tube de Crookes à poire et un électroscope chargé. Dans de nombreuses expériences, je pus observer que l'électroscope se décharge toujours, même lorsqu'il se trouve dans l'ombre pleine des rayons, produite par d'amples feuilles métalliques tout à fait opaques. Ce fait me fit supposer que ces rayons, ou leur efficacité, se repliaient dans l'ombre des corps opaques, de manière à frapper l'électroscope et à le décharger. Pour confirmer cette explication, je fis, entre autres, les expériences suivantes.

» J'employai un disque de plomb ($13 \times 0,44$) et l'ampoule de Crookes enfermée dans une caisse de grosses feuilles de plomb, pourvue d'un trou de 9^{cm}. En fermant ce trou au moyen du disque, on arrêtait complètement les rayons, puisque ce disque était tout à fait opaque. Je disposai l'électroscope, enfermé dans la cage, à 45^{cm} du fond de l'ampoule : le disque, centré et normal à l'axe commun, fut placé, au fur et à mesure, à diverses distances de l'électroscope. Je mesurai, dans les différents cas, le temps de décharge et j'obtins, comme moyennes de plusieurs mesures concordantes et croisées, les valeurs suivantes, exprimées en secondes :

Distance DE [1].	Temps de décharge de 10°.
cm	s
37	39
20	13,9
15	7,4
7,5	4,2

[1] Je représente le disque et l'électroscope par les lettres D et E.

» Après la suppression du disque, la décharge de 10s fut très rapide.

» Pour pouvoir approcher davantage le disque de l'électroscope, j'enlevai ce dernier de sa cage; et, après avoir fermé le trou de la caisse de plomb qui contenait l'ampoule, avec le disque précédent, j'observai que, en activant l'ampoule, l'électroscope, quoiqu'il oscillât d'environ $\frac{1}{4}$, ne modifiait cependant pas sa charge; je pouvais donc mesurer le temps des décharges sans erreurs sensibles. Ayant répété les expériences précédentes, j'obtins les résultats suivants :

Distance DE.	Temps de décharge de 10°.
cm	s
26,4	18,0
20,4	17,0
15,0	13,1
7,0	10,1
1,8	22,0
Après avoir ôté le disque, on obtient..	— 6,1

» Ce qui veut dire que le temps de la décharge diminue lorsqu'on approche le disque de l'électroscope, jusqu'à un minimum de 10^s1, à la distance de 7^{cm}; ensuite, en rapprochant davantage le disque de l'électroscope, le temps de la décharge augmente de nouveau : il est de 22^s à la distance de $1^{cm},8$. On peut donc dire que l'ombre, au centre du disque, est moins épaisse à une certaine distance du disque même, distance que nous pourrions appeler *distance critique,* et qu'elle devient plus épaisse à des distances plus grandes ou plus petites que la distance critique.

» D'autres expériences, faites avec un disque de laiton de 18^{cm} et tout à fait opaque, donnèrent des résultats identiques aux précédents.

» Avec un disque de laiton de 34^{cm}, j'obtins à 8^{cm} du centre une ombre presque absolue, tandis qu'avec d'autres disques plus petits, on obtenait, à la même distance, une ombre de moindre intensité. A 18^{cm} de distance du disque de 34^{cm}, l'ombre au centre était beaucoup moins épaisse. De sorte que la *distance critique,* du point de l'ombre la moins épaisse au disque, ou bien la *distance critique* du disque, varie avec les dimensions de ce dernier.

» Pour observer l'efficacité des rayons dans les diverses régions de l'ombre, sur un même plan normal à l'axe de l'ampoule et passant par le centre du disque, perpendiculairement au disque même, je plaçai le tube dans sa caisse et le disque de plomb à $7^{cm},5$ de l'électroscope renfermé dans sa cage. Ensuite, après avoir activé l'ampoule, je portai l'électroscope à droite ou à gauche du centre du disque, sans jamais le placer en dehors de son ombre géométrique. J'obtins les valeurs suivantes, correspondant à la durée moyenne de la décharge de 5° :

Électroscope.	Temps de la décharge.
	s
Au centre	21,9
A droite	15,2
Au centre	20
A gauche	14,7

» Mêmes expériences avec un disque de laiton de 18^{cm} :

Électroscope.	Temps de la décharge.
Au centre	$87^{s},0$
A gauche	$15^{s},2$

» J'obtins les mêmes résultats en portant l'électroscope au-dessus et au-dessous de l'axe et de l'ombre ; identiques aussi furent les résultats que j'obtins en employant, au lieu du disque, une feuille de zinc de $40 \times 40 \times 0^{cm},42$, placée à $7^{cm},5$ de l'électroscope, au moyen de laquelle l'ombre au centre était pleine et totale.

» Je conclus de là que les rayons X, ou leur efficacité, se replient derrière les corps opaques et que leur ombre diminue du centre à la périphérie.

» Dans ces expériences, on a tenu compte exclusivement de la position de la boule de l'électroscope, que je plaçais dans les diverses régions de l'ombre pour en apprécier l'intensité, après m'être assuré que les radiations agissaient exclusivement sur elle et sur sa tige très courte.

» Pour vérifier le reploiement des rayons, j'eus recours à la photographie ; et, après une épreuve assez distincte obtenue avec une ampoule en poire, j'employai, avec beaucoup plus de succès, un tube focus, c'est-à-dire avec l'anode à feuille de platine réfléchissant les rayons cathodiques. Je plaçai une plaque Lumière (21×27^{cm}) à 29^{cm} du tube et j'interposai, à $7^{cm},5$ de la plaque, un disque de plomb ($13 \times 0^{cm},44$) normalement aux rayons X. J'activai le tube pendant environ vingt minutes et j'obtins une image du disque de 157^{mm} de diamètre, avec une pénombre extérieure fort mince et fort légère. A l'intérieur de la limite de l'ombre, l'image était entourée d'une zone claire de 6^{mm} à 8^{mm} de largeur, produite par des radiations repliées et d'une intensité légèrement décroissante de l'extérieur à l'intérieur. La production de cette zone montre bien que, réellement, les rayons X, ou leur efficacité, se replient au bord des corps opaques et pénètrent dans leur ombre géométrique.

» J'obtins aussi des résultats identiques par la photographie, mais avec des dispositions expérimentales tout à fait différentes.

» En reprenant les expériences avec l'électroscope, je plaçai l'ampoule dans sa caisse de plomb, et celle-ci, avec la bobine, dans une autre caisse plus grande en zinc, laquelle communiquait avec le sol. Le fond de l'ampoule correspondait à deux trous de 9^{cm} pratiqués dans les parois des caisses. Celui de la caisse extérieure, en zinc, était fermé par une lame d'aluminium de $0^{mm},5$ d'épaisseur. Au bord du trou extérieur, et latéralement, je fixai une lame de zinc ($40 \times 40 \times 0^{cm},42$) verticale et parallèle aux rayons X, qui glissaient presque sur sa surface, et ayant en son centre un trou de 4^{cm}. J'approchai de ce trou, à 3^{m} ou 4^{m} du côté extérieur de la lame, sur laquelle les rayons ne glissaient pas, la boule de l'électroscope et je me convainquis qu'il n'était influencé directement ni par les rayons X, ni par l'induction.

» Après avoir activé l'ampoule et fermé avec une lame de zinc, ou tout simplement avec une feuille de papier, le trou vis-à-vis de l'électroscope, je constatai que ce der-

nier ne se déchargeait point, mais qu'il se déchargeait rapidement lorsqu'on découvrait le trou. Il faut en conclure que les rayons X, ou leur efficacité, se replient latéralement en passant par le trou et ne le traversent pas quand il est fermé par une lame de zinc ou une feuille de papier.

» Il résulte des faits précédents que, pour décharger l'électroscope, il n'est point nécessaire qu'il soit frappé directement par les rayons X, puisqu'il suffit que l'air, traversé par eux, y arrive. En effet, l'électroscope, dans la disposition précédente, se décharge rapidement de 10° en vingt-huit secondes, si l'on pousse contre lui par le trou, au moyen d'un soufflet, l'air qui est traversé par les rayons. Au contraire, lorsque l'ampoule est inactive, l'air poussé contre l'électroscope n'y exerce aucune action. Par conséquent, on peut dire que les rayons X donnent à l'air l'activité nécessaire pour décharger l'électroscope, activité qu'ils conservent pendant un certain temps. Ce fait est semblable à celui qui a été observé par Röntgen. »

CHIMIE. — *Recherches sur les chlorures doubles*. Note de M. **Raoul Varet.**

« Les expériences de Graham, de Marignac, Ingenhoes, van de Wal, sur la diffusion des sels doubles, celles de Favre et Valson sur la chaleur de dissolution de ces composés, ont conduit ces savants à admettre que ces combinaisons n'existent qu'à l'état solide et qu'en solution elles se dédoublent en leurs constituants.

» Plus récemment, M. Rüdorff a montré, à l'aide de la dialyse, que certains sels doubles, les chloroplatinates, les acétates acides, etc., n'étaient pas dissociés au sein de leurs solutions, contrairement à ce qui arrive pour les aluns, les azotates doubles, etc.

» Je me suis proposé de rechercher les relations qui existent entre les chaleurs de formation des sels doubles dissous, afin d'en tirer quelques conclusions générales relativement à la constitution de ces composés.

» J'ai aussi fait quelques expériences de dialyse, afin d'aider à l'interprétation des données thermochimiques.

» Ce sont les résultats que j'ai obtenus pour les chlorures doubles que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» *Chloromercurates.* — Le chlorure mercurique, en s'unissant aux autres chlorures métalliques, engendre des combinaisons qui appartiennent aux deux types suivants : $2HgCl^2.MCl^2 + nH^2O$ et $HgCl^2.MCl^2.nH^2O$. Tous ces composés sont plus ou moins dissociés par la dialyse.

» Je rappelle que M. Berthelot a fait une étude thermique très complète des sels de potassium.

» J'ai trouvé, vers 17°, que :

				Cal
$2\,HgCl^2$ (1 molécule = 8^{lit})	+ $2\,HCl$	(1 molécule = 2^{lit})	dégage	+0,86
»	+ $2\,KCl$	»	»	+0,88
»	+ $2\,NaCl$	»	»	+0,85
$2\,HgCl^2$ (1 molécule = 8^{lit})	+ $2\,AzH^4Cl$	(1 molécule = 2^{lit})	dégage	+1,08
»	+ $2\,LiCl$	»	»	+0,90
»	+ $BaCl^2$	(1 molécule = 4^{lit})	»	+1,00
»	+ $SrCl^2$	»	»	+0,98
»	+ $CaCl^2$	»	»	+0,98
»	+ $MgCl^2$	»	»	+1,20
»	+ $ZnCl^2$	»	»	+1,28
»	+ $CdCl^2$	»	»	+0,78
»	+ $MnCl^2$	»	»	+1,12
»	+ $NiCl^2$	»	»	+1,10
»	+ $CoCl^2$	»	»	+1,08
»	+ $CuCl^2$	»	»	+1,36

» J'ai également trouvé, vers 18°, que :

				Cal
$HgCl^2$ (1 molécule = 8^{lit})	+ $2\,HCl$	(1 molécule = 2^{lit})	dégage	+0,80
»	+ $2\,KCl$	»	»	+0,80
»	+ $2\,NaCl$	»	»	+0,75
»	+ $2\,AzHCl$	»	»	+0,98
»	+ $2\,LiCl$	»	»	+0,80
»	+ $BaCl^2$	(1 molécule = 4^{lit})	»	+0,86
»	+ $SrCl^2$	»	»	+0,84
»	+ $CaCl^2$	»	»	+0,85
»	+ $MgCl^2$	»	»	+1,05
»	+ $ZnCl^2$	»	»	+1,14
»	+ $CdCl^2$	»	»	+0,60
»	+ $MnCl^2$	»	»	+0,96
»	+ $NiCl^2$	»	»	+0,92
»	+ $CoCl^2$	»	»	+0,90
»	+ $CuCl^2$	»	»	+1,20

» II. *Combinaisons engendrées par les chlorures de cuivre, de cadmium, etc.*

» J'ai trouvé, vers 17°, que :

				Cal
$CdCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2\,KCl$	(1 molécule = 2^{lit})	dégage	+ 0,02
»	+ $BaCl^2$	(1 molécule = 4^{lit})	»	+ 0,02
$2\,CdCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2\,KCl$	(1 molécule = 2^{lit})	dégage	+ 0,028
» »	+ $BaCl^2$	(1 molécule = 4^{lit})	»	+ 0,032
» »	+ $CaCl^2$	»	»	+ 0,030
$CuCl^2$ (1 molécule = 4^{lit})	+ $2\,KCl$	(1 molécule = 2^{lit})	dégage	+ 0,040

				Cal
$CuCl^2$ (1 molécule $= 4^{lit}$)	$+ BaCl^2$ (1 molécule $= 4^{lit}$)	»	....	$+0,045$
» »	$+ CaCl^2$ »	»	....	$+0,045$
$2CuCl^2$ (1 molécule $= 4^{lit}$)	$+ 2KCl$ (1 molécule $= 2^{lit}$)	dégage	....	$+0,050$
» »	$+ BaCl^2$ (1 molécule $= 4^{lit}$)	»	....	$+0,060$
» »	$+ CaCl^2$ »	»	....	$+0,062$

» *Conclusions.* — I. Les combinaisons que forme le chlorure mercurique en s'unissant aux autres chlorures métalliques ont, dans l'état dissous, des chaleurs de formation qui sont du même ordre de grandeur pour une même série de sels doubles.

» La formation des composés engendrés par les chlorures de métaux voisins donne lieu à des effets thermiques sensiblement égaux.

» La dialyse montre que ces combinaisons sont partiellement dissociées au sein de leurs solutions, ce qui explique les résultats que donne l'étude thermochimique de ces corps.

» Ces données nous conduisent à envisager ces sels doubles comme étant des dérivés d'acides complexes peu stables, tels que $Hg^2Cl^6H^2$ et $HgCl^4H^2$.

» II. Les sels doubles que forment les chlorures de cuivre, de cadmium, etc., sont dissociés par la dialyse. Leur formation dans l'état dissous ne donne lieu qu'à des effets thermiques très faibles, qui ne s'écartent pas beaucoup des erreurs d'expériences. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du ferment soluble oxydant des Champignons sur les phénols insolubles dans l'eau.* Note de M. **Émile Bourquelot.**

« Dans les recherches que j'ai publiées jusqu'ici sur l'oxydation des phénols par le ferment oxydant des Champignons, je ne me suis occupé que de ceux d'entre eux qui sont assez solubles dans l'eau pour permettre des essais en solution aqueuse.

» Mais l'eau n'est pas le seul dissolvant que l'on puisse employer pour étudier l'action du ferment. On peut, en particulier, se servir, du moins dans beaucoup de cas, soit de l'alcool éthylique, soit de l'alcool méthylique, à la condition de les étendre d'au moins 50 pour 100 d'eau. A cet état de dilution, ces alcools ne mettent pas obstacle à l'action oxydante du ferment oxydant. C'est ce qui ressort des expériences suivantes :

» 1. A six portions de 5^{cc} de solution aqueuse de tyrosine à 0,50 pour 1000 (tyrosine extraite du *Russula nigricans*), on ajoute 10^{cc} d'alcool éthylique, contenant, sui-

vant l'essai, 1^{cc}, 2^{cc}, 3^{cc}, 4^{cc}, 5^{cc} et 10^{cc} d'alcool absolu pour 10^{cc}; puis, à chacun des mélanges, on ajoute 5^{cc} de solution de ferment oxydant (préparé avec le *Russula delica*).

» Au bout de quelques instants, on voit se produire, dans tous les tubes, la coloration rouge caractéristique de l'action du ferment sur la tyrosine. Cette coloration passe bientôt au noir, en même temps qu'il se forme un précipité de même couleur. La réaction se fait, en réalité, à peu près comme si l'on avait opéré dans l'eau pure.

» 2. Les mêmes essais sont répétés avec l'alcool méthylique. L'oxydation de la tyrosine se produit comme avec l'alcool éthylique.

» Les deux alcools ne sont d'ailleurs pas oxydés par le ferment oxydant des Champignons. C'est ce que démontrent les essais suivants :

» 1. Dans un flacon de 250^{cc}, on introduit 40^{cc} d'eau, 20^{cc} d'alcool absolu et 40^{cc} de solution de ferment. On bouche le flacon avec un bouchon traversé par un tube recourbé et effilé. On ferme à la lampe. Au bout de trois jours, on casse la pointe sous l'eau et l'on constate qu'il n'y a pas d'absorption.

» 2. Répétition de l'essai avec l'alcool méthylique. Pas d'absorption.

» Pour compléter mes précédentes recherches, j'ai donc étudié l'action du ferment oxydant des Champignons sur des composés insolubles dans l'eau, en employant ceux-ci en solution dans l'alcool étendu. Voici les observations que j'ai faites à cet égard sur les phénols.

» Xylénols. — Trois xylénols ont été essayés en solution à 0^{gr},50 pour 10^{cc} d'alcool absolu et 50^{cc} d'eau.

» 1. *Orthoxylénol* (1, 2, 4). — Le phénol employé fondait de 55° à 60°. Dès l'addition du ferment, il se produit un précipité blanc, qui devient par la suite couleur saumon. L'éther dissout en partie ce précipité, en se colorant en jaune clair.

» 2. *Métaxylénol* (1, 3, 4). — Le produit essayé était liquide; sa solution alcoolique était colorée en vert par le perchlorure de fer. L'oxydation se manifeste aussitôt l'addition du ferment, par un précipité blanc qui passe au rose sale. L'éther dissout le précipité en se colorant en jaune foncé, le liquide aqueux s'éclaircissant et devenant rose.

» 3. *Paraxylénol*. — Le produit employé était cristallisé et fondait à 74°-75°. Après l'addition du ferment, le liquide se trouble légèrement et peu à peu il se forme un précipité blanc rose, qui ne paraît pas soluble dans l'éther.

» De ces essais il ressort que les trois xylénols ci-dessus désignés sont tous trois oxydés par le ferment et que les phénomènes d'oxydation diffèrent suivant le xylénol employé.

» *Thymol et carvacrol*. — Pour le thymol, on a employé la solution suivante : thymol, 0^{gr}, 50; alcool absolu, 10^{cc}; eau, 40^{cc}; solution de carbonate de soude à 2 pour 1000, 5^{cc}.

» On a ajouté à cette solution 50^cc de solution de ferment, et le mélange a été introduit dans un flacon de 250^cc, disposé de façon à pouvoir mesurer l'absorption d'oxygène pendant l'oxydation. Celle-ci s'est manifestée par la formation d'un précipité blanc et par l'absorption de 19^cc d'oxygène pendant le temps qu'a duré l'expérience.

» Pour le carvacrol, on s'est servi, après quelques tâtonnements, de la solution suivante : carvacrol, $0^{gr},50$; alcool absolu, 32^{cc}; eau, 28^{cc}, et d'une solution de ferment renfermant 25^{cc} d'alcool absolu pour 100.

» On a mélangé 40^{cc} de solution de carvacrol et 40^{cc} de solution de ferment. On a opéré comme pour le thymol. Le mélange, d'abord limpide, s'est troublé peu à peu, et il n'a pas tardé à se former un volumineux précipité blanc. L'absorption d'oxygène s'est élevée à $27^{cc},5$.

» *Naphtols.* — Les deux naphtols α et β ont été employés en solution à $0^{gr},50$ pour 25^{cc} d'alcool et 75^{cc} d'eau. La solution de ferment renfermait elle-même 20^{cc} d'alcool pour 100. Les essais ont été faits comme avec le thymol, en mélangeant 50^{cc} de solution de naphtol et 50^{cc} de solution de ferment.

» Avec le naphtol-α, le liquide se colore d'abord en violet. La couleur passe ensuite au bleu, puis il se forme un précipité bleu sale. A la fin de l'opération, 16^{cc} d'oxygène avaient été absorbés. Le précipité est en partie soluble dans l'éther, qui se colore en mauve.

» Avec le naphtol-β, il se forme un précipité blanc, qui jaunit peu à peu. A la fin de l'opération, $9^{cc},5$ d'oxygène avaient été absorbés. Le précipité est presque tout entier soluble dans l'éther qui se colore en jaune foncé.

» Les deux naphtols sont donc oxydés par le ferment, et je puis ajouter que, en raison de la différence des colorations qui se produisent, celui-ci pourrait être employé comme un réactif permettant de distinguer le naphtol-α du naphtol-β.

» Si l'on rapproche les faits que je viens d'exposer de ceux que j'ai déjà publiés sur le même sujet, on verra que le ferment oxydant des champignons agit sur tous les phénols. C'est donc un oxydant dont l'action est très variée, et l'on peut en conclure qu'il joue sans doute un rôle important dans la nature. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le point de congélation du lait de vache.* Note de MM. **Bordas** et **Génin**, présentée par M. d'Arsonval [1].

« Différents auteurs ont trouvé que le lait de vache avait un point de congélation constant et ont proposé de déterminer le mouillage d'un lait,

---

[1] Travail fait au Laboratoire municipal de Paris.

d'origine inconnue, par le relèvement de ce point fixe de congélation. Ainsi, un relèvement de 0°, 005 au-dessus du point fixe, — 0°, 56, correspondrait, d'après M. Hamburger, à 1 pour 100 d'eau ajoutée.

» D'après nos expériences, cette manière de voir ne nous paraît pas complètement justifiée. En effet, nous avons déterminé le point de congélation de cinquante laits de vaches de races diverses (1); ces laits, devant servir à des expertises judiciaires, ont été prélevés dans les meilleurs conditions possibles d'authenticité. Nous avons trouvé que le point de congélation était de — 0°, 52 pour vingt-deux laits, de — 0°, 53 pour onze, et qu'il variait de — 0°, 44 à — 0°, 56 pour les autres laits.

» Nous avons également déterminé le point de congélation des petits laits obtenus en coagulant les laits par de la présure liquide. Comme il fallait s'y attendre, les points de congélation se trouvent abaissés, mais ils sont encore plus variables que ceux des laits. Le point de congélation varie de — 0°, 47 à — 0°, 80, il est de — 0°, 72 pour huit petits-laits et de 0°, 69 pour sept.

» Il était facile de prévoir ces résultats. Le point de congélation d'un lait dépend du point de congélation de ses éléments solides dissous et du volume de ses éléments émulsionnés. Pour un poids constant d'éléments solides et émulsionnés, le point de congélation variera avec les proportions des éléments. Mais les variations les plus considérables seront produites par celles de la somme totale des éléments, c'est-à-dire de l'extrait. En général, quand l'extrait augmente, le point de congélation s'abaisse, et inversement. Il n'y a évidemment pas proportionnalité comme dans les cas d'une substance unique dissoute dans un liquide homogène; souvent même, il y a variation en sens inverse.

» Pour le petit-lait, l'abaissement du point de congélation s'explique par la coagulation d'un certain nombre d'éléments, ce qui diminue le volume et augmente par suite la concentration des autres éléments dissous. Les variations du point de congélation du petit-lait s'expliquent de la même manière que pour le lait.

» Ainsi le point de congélation du lait est variable; on ne peut donc se

(1) La traite (du matin ou du soir) s'effectuait à fond sur chaque vache, sous la surveillance d'experts inspecteurs; le lait provenant de chaque vache était placé dans un vase assez grand pour contenir la traite de chaque lait; on agitait et l'on mélangeait intimement et c'est sur le mélange ainsi rendu homogène que l'on prélevait le litre de lait destiné à l'analyse.

servir de l'abaissement de ce point pour déterminer le mouillage, pas plus qu'on ne peut employer l'extrait seul ou la densité.

» Il est certain qu'un lait dont le point de congélation est voisin de 0° est mouillé, mais alors son extrait est presque nul, sa densité voisine de 1; il est plus simple de déterminer un extrait ou une densité qu'un point de congélation.

» Pour des cas moins extrêmes, le mouillage ne peut être sûrement établi que par un examen comparatif des éléments du lait mouillé et du lait type. On ne peut condamner un marchand sur les seules indications fournies par un densimètre, ou par le poids d'un extrait, ou par un point de congélation, car les trois déterminations sont de même valeur, c'est-à-dire aussi peu sûres l'une que l'autre, quand elles sont employées seules.

» La cryoscopie appliquée à la recherche du mouillage ne nous paraît ni simple ni sûre. »

MICROBIOLOGIE. — *Sur les microbes de la flacherie et de la grasserie des vers à soie.* Note de M. **J.-M. Krassilschtschik.**

« Par une étude comparative de tous les microbes qui vivent dans les vers à soie sains et malades, j'ai réussi à isoler ceux qui sont spécifiques de la flacherie et aussi ceux de la grasserie.

» Le premier de ces microbes fut nettement distingué et décrit par Pasteur, il y a plus de trente ans, sous le nom de *ferment en chapelets* de grains sphériques. Depuis, plusieurs auteurs l'ont eu sous les yeux, sans pourtant reconnaître son rôle comme microbe uniquement spécifique de la flacherie. Les observateurs modernes qui l'avaient admis comme agent de cette maladie (M. Macchiati, de Modène) n'ont pas réussi à l'obtenir en cultures pures.

» Voici les traits caractéristiques de ce microbe de la flacherie.

» C'est un *Streptocoque* que nous appellerons *Streptococcus pastorianus*. Les coques sont immobiles et mesurent de 1 μ à $1^{\mu},1$ de diamètre. Ils apparaissent le plus souvent sous forme de diplocoque. En s'allongeant dans la direction de l'axe du diplocoque, les coques acquièrent la forme d'ellipses dont le plus grand axe est égal à $1^{\mu},5$, et dont le plus court ne dépasse guère 1 μ. L'ellipse se divise en deux parties égales, par une cloison perpendiculaire au grand axe.

» Les nouvelles cellules s'arrondissent peu à peu et forment une chaînette de quatre coques.

» Dans les cultures sur plaques dans la gélatine, les colonies profondes

prennent une forme sphérique avec des contours réguliers. Toute la colonie est d'une teinte brunâtre et finement granuleuse. Les colonies superficielles forment des disques ronds, s'amincissant vers la périphérie, avec des contours nets et réguliers. *Aucune de ces colonies ne liquéfie la gélatine*. Dans les tubes à gélatine, notre Streptocoque croît en forme de clou, *ne liquéfiant jamais la gélatine*.

» Le *Streptococcus pastorianus* ne se trouve jamais dans le tube digestif du ver à soie sain et normal : au contraire, il est toujours présent dans le tube digestif des vers malades de la flacherie. Les premières manifestations de cette maladie consistent dans la présence, chez un ver encore vigoureux, d'un plus ou moins grand nombre de *Streptococcus pastorianus* établis dans le tube digestif. Le nombre des Streptocoques augmente avec la maladie, après quoi les microbes pénètrent dans le courant sanguin du ver, y forment des cultures ou colonies pures, pour ouvrir plus tard la voie aux microbes saprophytes du tube digestif du ver à soie.

» Parmi les divers essais que j'ai faits avec les cultures pures des divers microbes que l'on trouve dans l'intestin des vers à soie, seuls ceux qui ont été effectués avec les cultures pures du *Streptococcus pastorianus* m'ont donné des résultats positifs en provoquant la flacherie dans ses caractères les plus nets. Dans quelques expériences, j'ai obtenu 30 pour 100, et dans d'autres 50 et 70 pour 100 de vers morts de la flacherie.

» Le sang des vers à soie malades de la grasserie présente assez souvent une culture pure d'un microcoque tout à fait minuscule (de $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},6$ de diamètre), que nous appellerons *Micrococcus lardarius*, et qui est le microbe spécifique de cette maladie.

» Dans les cultures en gélatine sur plaques, les colonies superficielles sont rondes, plates, finement granuleuses, les granules formant des stries très fines, disposées en rayons droits et serrés atteignant la circonférence de la colonie. Ce rayonnement est bien visible, surtout dans les colonies croissant dans le fond de la gélatine, sur la lame de verre. Les colonies situées au milieu de la gélatine ressemblent à celles du *Streptococcus pastorianus*, avec cette différence que leur granulation est encore plus fine. Dans les tubes à gélatine, le *Micrococcus lardarius* croît d'abord en forme de clou, dont la tête reste petite (3^{mm} à 4^{mm}).

» La colonie s'enfonce assez vite dans la gélatine ; après quoi la liquéfaction commence, en se propageant le long de la piqûre. Il en résulte la formation d'un cône haut et étroit, plein de gélatine liquéfiée. La liquéfac-

tion ultérieure s'étend vers les parois du tube, puis elle descend. Dans les vieilles cultures, la gélatine liquéfiée devient parfois trouble, gardant toujours la couleur et l'odeur du bouillon frais.

» Je dois noter que, dans les vers malades de la grasserie, ce *microcoque ne fait jamais défaut*. Au début de la maladie, il se trouve toujours dans le tractus intestinal, puis il pénètre assez souvent dans le sang, où il forme une culture tout à fait pure.

» Cette culture devient impure lorsque la maladie est trop avancée, ou bien lorsqu'elle se déclare conjointement avec la flacherie. »

ZOOLOGIE. — *Un câble télégraphique attaqué par les Termites.* Note de M. E.-L. BOUVIER, présentée par M. Milne-Edwards.

« La Direction des Postes et des Télégraphes a dernièrement soumis à mon examen, au laboratoire d'Entomologie du Muséum, un fragment du câble télégraphique de Haïphong, qui avait été rongé par un organisme. D'après les renseignements qui m'ont été communiqués, la période de destruction a dû être singulièrement courte : posé en fort bon état au mois de juillet 1894, le câble présentait déjà des pertes dès les premiers jours de 1895, il s'altérait de plus en plus dans la suite et l'on devait le remplacer dans la première moitié de 1896. Deux années à peine avaient suffi pour le mettre hors d'usage.

» Pourtant ce câble avait subi une préparation minutieuse, qui aurait dû, semble-t-il, le mettre hors de toute atteinte. Noyé dans du ciment sur presque toute sa longueur, il comprenait trois torons conducteurs, formés chacun par sept brins de cuivre et recouverts par des couches alternantes de gutta-percha et de chatterton ([1]); les trois conducteurs étaient câblés ensemble, avec trois cordelettes tannées qui remplissaient les intervalles; un matelas de jute tanné s'enroulait en spirale sur le cylindre ainsi formé; deux rubans de coton, également tannés, mais dirigés en sens inverse, maintenaient l'ensemble; le tout enfin était contenu dans un tube de plomb.

» Les recherches effectuées à Hanoï ne donnèrent aucun renseignement sur l'organisme qui avait causé le mal. « C'est la première fois qu'un fait » de cette nature a lieu au Tonkin, écrivait-on au Ministre; jusqu'à ce jour,

---

([1]) La composition connue sous le nom de *chatterton* est un mélange de goudron, de résine et de gutta-percha.

» les Termites, les Tarets et les Poux de bois ont laissé intacte la gutta-
» percha de nos câbles et même celle des fils recouverts, en usage pour les
» installations des postes. Il semble d'ailleurs que la nature du terrain où
» était placé ce câble eût dû le préserver des insectes terrestres. Le sol de
» la ville de Haïphong, très peu élevé au-dessus du niveau de la mer, est,
» en effet, vaseux, constamment humide et légèrement salé; il convien-
» drait peut-être davantage aux animalcules marins. »

» C'était pourtant un Articulé terrestre qui avait causé le dégât.

» En ouvrant le fragment de câble qui m'avait été remis, je pus constater deux systèmes de galeries qui se dirigeaient de chaque bout vers le milieu du fragment, sans d'ailleurs se rencontrer. Ces galeries allaient toutes de la périphérie au centre, mais laissaient intacts le tube de plomb et les fils de cuivre; creusées dans les enveloppes de coton et de jute, elles se rapprochaient des cordelettes, se continuaient peu à peu dans celles-ci et dans la gutta-percha, mettant alors à nu le fil de cuivre et se terminant en cul-de-sac. Les galeries avaient de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre; elles étaient en partie encombrées par des matières peu consistantes, qui représentaient vraisemblablement des excréments d'animaux. J'examinai ces restes à la loupe et au microscope : dans l'une des extrémités du câble, je ne pus rien observer de caractéristique; mais, dans l'une des deux galeries presque parallèles qui occupaient l'autre extrémité, je découvris une tête assez mutilée d'insecte et, dans la seconde, une tête munie de ses mandibules et des autres appendices buccaux. Avec l'aide de M. Poujade, préparateur au laboratoire, j'examinai ces deux têtes; elles appartenaient à des Termites et représentaient bien évidemment les restes des auteurs du dégât.

» Bien que je n'aie pu étudier une longueur suffisante du câble, je crois pouvoir penser que chaque galerie a été creusée par un ouvrier spécial; en tout cas, on peut affirmer que les ennemis ont pénétré par des points différents à l'intérieur du tube de plomb, car les galeries du fragment se dirigent à la rencontre l'une de l'autre, sans s'atteindre. Je ne sais si les Termites sont capables, comme certains insectes, de perforer le plomb et s'ils ont pu de la sorte pénétrer à l'intérieur du câble; je suis plutôt porté à croire, comme M. le Directeur des Postes du Tonkin, que les insectes se sont introduits par une des extrémités libres, ou par un trou accidentel qui aurait existé dans l'enveloppe de plomb.

» Quoi qu'il en soit, on devra se mettre en garde contre ces deux modes possibles d'invasion, et le mieux pour cela sera peut-être : 1° d'ajuster très exactement un étui métallique protecteur, aux deux extrémités libres du câble; 2° de rendre aussi parfait que possible l'ajustement des divers tronçons qui composent le tube de plomb; 3° de plonger dans une solution saturée de sulfate de cuivre les cordelettes, le filin de jute et l'enveloppe

de coton qui protègent les trois conducteurs du câble. Cette dernière pratique n'a rien de compliqué ni de coûteux; peut-être suffirait-elle, à elle seule, pour limiter ou pour rendre impossibles les dégâts causés dans les câbles par les Termites. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les nerfs sécréteurs de la trachée*. Note de M. V. Thébault, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'étude physiologique que j'ai faite des nerfs qui se rendent au larynx et au syrinx des oiseaux m'a permis de déterminer quels sont ceux sous la dépendance desquels se trouvent les glandes sécrétrices de l'intérieur de la trachée. C'est le ganglion syringien qui détermine cette sécrétion. On le constate facilement en sectionnant les nerfs syringiens supérieurs et inférieurs, de manière à placer la trachée sous l'action unique de ce ganglion syringien.

» Cette conclusion découle des expériences suivantes :

» I. *Section des nerfs syringiens supérieurs* (Coq). — On n'observe aucune modification de la sécrétion.

» II. *Section des filets glottiques d'origine hypoglottique* (Poule). — Pas de sécrétion.

» III. α. *Section du syringien inférieur droit* (Corbeau). — Cet animal a été choisi parce que tous les nerfs qui se rendent au syrinx sont facilement isolables. — On n'observe aucune sécrétion anormale.

» β. *Section du syringien inférieur gauche,* chez le même animal, huit jours plus tard. — Pas de sécrétion.

» γ. *Section des syringiens supérieurs* au milieu de la trachée, chez le même animal, huit jours plus tard. — Le lendemain de l'opération, on observe de nombreuses mucosités, qui obstruent la partie syringienne de la trachée de l'animal. Ces mucosités ont persisté jusqu'à la mort des animaux qui est survenue de quarante à soixante jours après l'expérience, sans qu'on puisse en rattacher la cause à l'existence de ces mucosités. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la conjugaison des zoospores de l'*Ectocarpus siliculosus. Note de M. C. Sauvageau, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie [1], j'ai indiqué et décrit la reproduction sexuée hétérogame

---

[1] C. Sauvageau, *Sur la fécondation hétérogamique d'une Algue phéosporée* (*Comptes rendus* du 10 août 1896).

chez l'*Ectocarpus secundus*, plante qui appartient à un groupe d'Algues où l'on considère la reproduction sexuée isogame comme la règle générale. Comme je l'ai rappelé, cette dernière notion est admise depuis un travail de M. Berthold, publié en 1881, qui a porté sur deux espèces (*Ectocarpus siliculosus* et *Scytosiphon Lomentaria*), mais dont les résultats n'ont pu être vérifiés depuis. En 1894 et 1895, j'ai moi-même suivi les zoospores d'un certain nombre d'autres espèces d'*Ectocarpus*, sans arriver à obtenir de conjugaison. Cette année, faisant porter mes observations sur l'*Ectocarpus siliculosus*, j'ai réussi à vérifier, à quelques variantes près, les observations de M. Berthold.

» Elles ont été faites à Naples, en février 1880, époque à laquelle l'*Ectocarpus siliculosus* croissait abondamment sur le *Scytosiphon*, et portait uniquement des sporanges pluriloculaires. Les déhiscences ont lieu depuis neuf heures du matin environ, jusque dans les premières heures de l'après-midi. Si, à l'aide d'une pipette, on prend un peu de l'eau dans laquelle on a disposé des branches de cette plante et qu'on l'examine en goutte suspendue, on voit très rapidement se produire une profonde différenciation entre les zoospores en apparence semblables; certaines vont se fixer sur le bord de la goutte : ce sont les gamètes femelles; aussitôt les zoospores encore mobiles, ou gamètes mâles, accourent de toutes parts, et l'on en voit souvent plus d'une centaine qui viennent s'agiter autour d'un gamète femelle, qu'ils touchent par leur cil antérieur. On voit des figures de ce genre, et en grand nombre, sur tout le pourtour de la goutte. Parfois il ne s'ensuit aucune fécondation, et les gamètes mâles s'éloignent peu à peu. Plus souvent, l'un des gamètes mâles, par l'intermédiaire de son cil antérieur, se fusionne avec le gamète fixé, pour donner un œuf de volume double.

» Durant les mois de juillet et août, j'ai souvent observé, à Guithary, l'*Ect. siliculosus*. Mes cultures ont toujours été établies avec des plantes récoltées le jour même. Les déhiscences peuvent se produire toute la journée, mais elles sont incomparablement plus nombreuses de très bon matin. J'ai recommencé plusieurs fois l'expérience de M. Berthold; les zoospores se sont fixées, mais sans que je réussisse à voir de fécondation ni même de zygotes à deux points rouges. J'ai alors réalisé mes cultures directement en cellule, en plaçant en goutte suspendue de petits fragments chargés de sporanges et appartenant à deux ou trois individus différents. Dès que la lumière du jour est suffisante pour permettre l'observation au microscope, on voit de nombreuses zoospores fixées, particulièrement du côté opposé à la fenêtre, et d'autres sont encore très mobiles; j'ai suivi bien souvent celles-ci, et j'ai vu fréquemment des zoospores fixées, contre lesquelles venaient s'agiter quelques zoospores mobiles, sans jamais les féconder; ceci se réduit au simulacre des préparatifs d'une copulation. Lorsque le mouvement est terminé dans la cellule, les zoospores fixées forment des amas plus ou moins volumineux, surtout autour des corps étrangers, et une couche plus ou moins épaisse sur le bord de la goutte d'eau. On trouve assez rarement çà et là, ou parmi les amas isolés, quelques zoospores de volume double et à deux points rouges, mais celles-ci sont plus nombreuses tout à fait à la périphérie de la goutte, ce

qui indique que, si ces corps proviennent bien d'une fécondation, celle-ci s'exerce sur les premières zoospores sorties. Pour essayer de la retarder, j'ai placé des cellules à l'obscurité complète; mais dans la matinée du jour suivant, le résultat était le même, avec cette seule différence que le dépôt des zoospores, non influencé par la lumière, était uniforme sur le pourtour de la goutte. J'ai alors commencé à $4^h 30^m$ du matin, à la lumière d'une lampe, l'observation des cellules faites la veille. Les déhiscences ont commencé à se produire, et en très grande abondance, environ dix minutes après. Quelques zoospores se sont fixées immédiatement sur le pourtour de la goutte d'eau; d'autres, mobiles, sont venues en très petit nombre s'agiter autour, et j'ai vu deux fois l'une de celles-ci se conjuguer avec la zoospore fixée, comme M. Berthold l'a indiqué. Peu après, il devenait impossible de voir de nouvelles copulations. Les zygotes germent plus rapidement que les zoospores fixées.

» Une fécondation, intermédiaire entre l'isogamie vraie et l'hétérogamie, existe donc bien chez l'*Ect. siliculosus*, mais elle se fait seulement sur quelques-unes des premières zoospores sorties, avant le lever du jour, et par conséquent dans des conditions qui rendent l'observation plus difficile que celles qu'a rencontrées M. Berthold.

» Une semblable variation dans la reproduction de l'*Ect. siliculosus* ne serait d'ailleurs pas nouvelle parmi les Phéosporées : dans un Mémoire récent ([1]), j'ai relevé le fait que le *Cutleria* ne se comporte pas à Saint-Vaast, d'après Thuret, comme à Naples, d'après MM. Reinke et Falkenberg, et que le *Tilopteris* ne se comporte pas non plus à Cherbourg, d'après M. Guignard, de même qu'à Helgoland d'après M. Reinke. Ces observations sont donc loin de vider la question de la reproduction des Phéosporées, et il serait tout aussi imprudent de généraliser, comme on le fait habituellement, le cas de l'*Ect. siliculosus*, en donnant sa reproduction isogame comme type de celle des Phéosporées proprement dites, que de prétendre que toutes ont une reproduction hétérogamique comme l'*Ect. secundus*. Mais la différence de reproduction de ces deux espèces doit cependant être invoquée contre la séparation profonde du *Tilopteris* et du *Cutleria* des autres Phéosporées, car leur hétérogamie est simplement plus accentuée que dans les deux *Ectocarpus* précédents. »

M. G.-W. Pierces adresse une Note relative à la vitesse du son.

M. L. Mirinny adresse une nouvelle Note relative à la résolution de l'équation générale du cinquième degré.

([1]) C. Sauvageau, *Remarques sur la production des Phéosporées et, en particulier, des Ectocarpus* (*Annales des Sciences naturelles, Botanique*; 1896).

M. Reilly adresse, de Dublin, une Note relative à la situation géographique des îles sous-marines.

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 aout 1896.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré et H. Resal. Tome deuxième. Année 1896. Fascicule n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 8. 25 août 1896. Paris, G. Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. Mascart. Nos 213 à 225; in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France. Tome vingt-quatrième. Juin 1896; 1 vol. in-8°.

Annales d'Hydrologie et de Climatologie médicales. Directeur scientifique : M. Albert Robin, de l'Académie de Médecine. Août 1896. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. N° 9. (Deuxième semestre). Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Historique de l'Industrie suisse des matières colorantes artificielles, par M. G.-F. Jaubert. Genève, Georg et Cie, 1896; 1 vol. in-8°.

Discurso leido el dia 19 de mayo de 1896 en la sesion solemne comemorativa de la fundacion de la Real Academia de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habaña, por el presidente Dr Antonio de Gordon y de Acosta. Habaña, 1896; 1 fasc. in-8°. (Offert par l'auteur.)